

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-7224

(43) 公開日 平成9年(1997)1月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/24	5 2 2	8721-5D	G 1 1 B 7/24	5 2 2 P
7/00		9464-5D	7/00	F
11/10	5 0 6	9075-5D	11/10	5 0 6 J

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-158243

(22) 出願日 平成7年(1995)6月26日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000005810  
日立マクセル株式会社  
大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 宮内 靖  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 寺尾 元康  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 蔭田 利幸

最終頁に続く

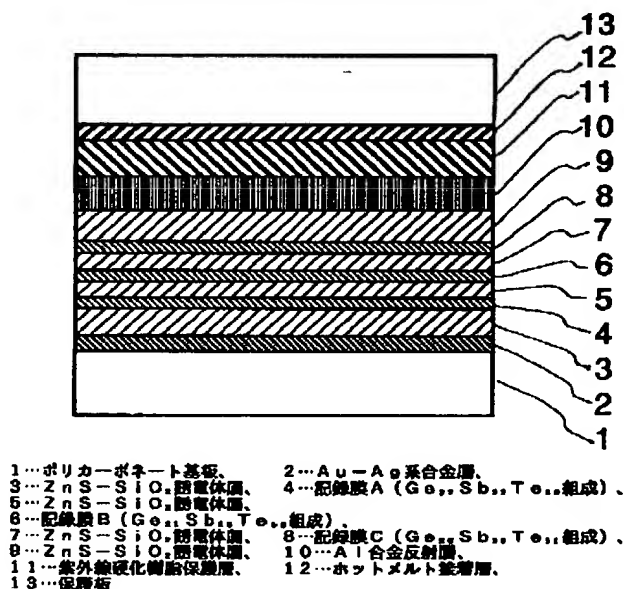
(54) 【発明の名称】 記録用部材とこれを用いた記録方法及び記録装置

(57) 【要約】

【目的】 エネルギービームの照射により、情報の記録および書き換えを行うに際し、同一場所での反射率が多段階的に変化する、しかも各記録層ともにほぼ同一形状の記録マークを形成することができる多層化された記録用部材を用いて再現性の良好な多値記録を確実に行うこと。

【構成】 融解後の再結晶化時間が異なる相変化記録膜 (A) 4、(B) 6および (C) 8を、誘電体層5、7を挟んで多層化して記録用部材を構成する。この記録用部材を用いて記録及び書き換えを行なうに際して、記録波形としては、記録膜全体が融解し得るパワーレベルで、しかもこの記録パルス直後に立ち下げるパワーレベルか、立ち下げ後に低パワーレベルに保持する時間のいずれか、もしくは両者を記録する情報信号に応じて変化する記録波形を用いる。これによって同一場所に、記録波形に基づいた再現性の良い多値記録が可能となる。

図1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】記録すべき情報に基づくエネルギービームの照射によって、多層記録膜に多値記録を行う記録用部材であって、前記多層記録膜を、融解後の冷却中に非晶質状態から結晶質状態に変化するまでの再結晶化時間が異なる記録膜同士を、誘電体層を介して積層した多層膜で構成して成る記録用部材。

【請求項2】基板上に直接、もしくは無機物及び有機物のうちの少なくとも一者からなる保護層を介して多層記録膜を積層した記録用部材であって、前記多層記録膜を、融解後の冷却中に非晶質状態から結晶質状態に変化するまでの再結晶化時間が異なる記録膜同士を、誘電体層を介して積層した多層膜で構成して成る記録用部材。

【請求項3】上記多層記録膜の積層構造として、エネルギービームの入射側からビームの進行方向に向かって各記録膜の融解後の再結晶化時間が順次長くなるように積層して成る請求項1もしくは2記載の記録用部材。

【請求項4】上記多層記録膜の積層構造として、エネルギービームの入射側からビームの進行方向に向かって各記録膜の光透過率が順次低くなるように積層して成る請求項1もしくは2記載の記録用部材。

【請求項5】上記多層記録膜の積層構造として、隣合う記録膜間に存在する誘電体層の膜厚を、10nm～200nmとして成る請求項1乃至4いずれか一つに記載の記録用部材。

【請求項6】上記多層記録膜の各記録膜の融点の差が、40℃以内である請求項1乃至4いずれか一つに記載の記録用部材。

【請求項7】上記多層記録膜の各記録膜を構成している元素は実質的に同一であるが、各記録膜中の元素組成比が異なって再結晶化時間がそれぞれ異なる記録膜を構成している請求項1乃至4いずれか一つに記載の記録用部材。

【請求項8】エネルギービームの入射側に最も近い記録膜と基板との間に、記録膜からの反射光を制御する金属層を配設して成る請求項2記載の記録用部材。

【請求項9】請求項1乃至8いずれか一つに記載の記録用部材で構成して成る光ディスク。

【請求項10】請求項1乃至8いずれか一つに記載の記録用部材を用いて、記録すべき情報に基づくエネルギービームを上記多層記録膜に照射して多値記録を行う記録方法であって、前記エネルギービームによる記録波形のパワーレベルをいずれの記録膜をも融解し得る所定のレベルに設定すると共に、融解後の冷却速度を記録符号に対応させて選択することにより、各記録膜の固有の再結晶化時間と選択された冷却速度に基づく冷却時間との組み合わせにより、冷却後の記録膜の状態変化を記録情報とする記録方法。

【請求項11】記録すべき情報に基づくエネルギービームを、記録膜上に照射して情報記録を行う記録装置にお

2

いて、冷却速度によって冷却後の状態が異なる記録膜を多層化した記録用部材と、前記記録用部材を回転あるいは移動させる手段と、レーザ光源と、前記レーザ光源からのレーザ光を前記記録用部材の記録膜上に集光する手段と、記録すべき信号を変調符号に変換する信号変調手段と、変調符号と記録パルス直後のパワー変化が異なる複数の記録波形に対応する記録符号との変換テーブルを予め記憶している記憶手段と、その記憶手段の出力に応じて記録波形を発生させる記録波形生成手段と、前記記録波形によって前記レーザ光源を駆動するレーザ駆動手段と、前記記録用部材から反射されたレーザ光を電気信号に変換する手段と、前記電気信号を多値波形に整形する多値化手段と、多値波形を2値波形変換する多値-2値変換手段と、前記2値信号を復号して情報の信号とする手段とを有して成る記録装置。

【請求項12】上記記録用部材を請求項1乃至8いずれか一つに記載の記録用部材で構成して成る請求項11記載の記録装置。

【請求項13】上記記録波形生成手段として、少なくとも1つの記録波形は記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げる記録波形生成手段と、上記多値化手段として同一場所で反射率が多段階的に変化することにより強度が変動する再生電気信号を階段状多値波形に変換する多値化手段と、多値波形を2値波形に変換する上記多値-2値変換手段とを有して成る請求項11もしくは12記載の情報の記録装置。

【請求項14】上記記録波形生成手段を、少なくとも記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げた時のパワーレベルを、記録すべき情報信号に対応して変化させる手段で構成して成る請求項13記載の記録装置。

【請求項15】上記記録波形生成手段を、少なくとも記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げた時に、記録すべき情報信号に対応してその低いパワーレベルに維持する時間を変化させる手段で構成して成る請求項13記載の記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザ光等のエネルギービームを記録用ビームとして使用する記録用部材と、この記録用部材を使用した記録方法および記録装置に係り、特に、記録膜を多層にして同一場所に多値の記録を行うのに好適な記録用部材と、この記録用部材を使用した記録方法および記録装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】周知のように、記録用ビームとして、例えばレーザ光や荷電粒子線等のエネルギービームによって、映像や音声などのアナログ信号をFM変調したものや、電子計算機のデータや、ファクシミリ信号やデジタルオーディオ信号などのデジタル情報を、リアルタ

イムで記録することが可能な情報の記録方法及び記録用部材が各種提案され実用化されている。以下、レーザビームを用いて情報記録を行う光ディスクの場合を代表例として説明する。

【0003】近年、情報も多種多様化し、ユーザが情報を記録または情報を書き換えることができる光ディスクの要求が高まってきた。また、情報量も増大し、大容量の光ディスクが必要になってきた。

【0004】この高密度化に対処する一つの方法として、例えば特開昭62-250529号公報に記載のように、融点異なる物質を何種類か含んだ単層の記録膜を用いたり、融点異なる記録膜をレーザビームの入射側から融点の低いものから高いものの順に、 $\text{SiO}_2$ 膜等の保護膜を介して多層化し、かつ記録時のエネルギーレベルを、記録膜を構成する物質の融点に対応させて選択することにより、結晶質状態から非晶質状態に段階的に変化させて、同一場所に多値記録を行う試みが行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の技術において、融点異なる物質を何種類か含んだ単層記録膜を用いた場合には、多数回の書き換えを繰り返すうちに融点異なる物質同志の結合の組み替えが偏析を起こして、それぞれの物質の融点が変わることにより記録特性が変わり、信頼性を著しく低下させるという問題があった。

【0006】また、融点異なる記録膜を多層化した場合には、保護膜を介して各記録膜が積層されているため書き換え操作によって状態変化を繰り返しても、それぞれの物質の融点が変わると云う問題は解消されるが、融点異なる各記録膜の記録・消去特性を揃えることは極めて難しい。このような特性不揃いのため、例えば記録されたマーク（ピット）の形状、大きさを各記録膜ごとに揃えることが難しく、多値記録のメリットを実用化レベルまで発揮させることが困難であった。

【0007】さらにまた、この種の融点異なる多層膜を形成するためには、それぞれの記録膜を構成する材料が異なるため、成膜装置も複雑化する。例えば記録膜の積層数分に近い成膜室（スパッタ成膜室など）が必要になってくる。

【0008】したがって、本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消することであり、第1の目的は、繰り返して書き換えても信頼性が高い多値記録を可能とする記録膜を多層化した改良された記録用部材を、第2の目的は、この記録用部材を使用した新規な記録方法を、そして第3の目的は、この記録方法を実現するための新規な記録装置を、それぞれ提供することにある。

【0009】さらに具体的には、安価で高速記録・再生が可能であり、記録および書き換えを多数回数繰り返しても信頼性が高く、特に記録膜を多層にして同一場所に

多値記録するのに好適な記録用部材、それを用いた記録方法および記録装置をそれぞれ提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的は、記録すべき情報に基づくエネルギービームの照射によって、多層記録膜に多値記録を行う記録用部材であって、前記多層記録膜を、融解後の冷却中に非晶質状態から結晶質状態に変化するまでの再結晶化時間が異なる記録膜同士を、誘電体層を介して積層した多層膜で構成して成る記録用部材によって、達成される。

【0011】ここで、再結晶化時間とは、記録膜固有の特性で、エネルギービームの照射によって記録膜が融解した後、その冷却過程において非晶質状態から結晶質状態に変化（転移）するのに要する時間のことであり、再結晶化時間が異なる記録膜とは、記録時における融解後の冷却速度によって冷却後の結晶状態が異なる記録膜のことである。したがって、再結晶化時間がそれぞれ異なる記録膜が積層された多層記録膜を、記録によって融解した後、種々の冷却速度で冷却すれば、記録膜の層数に対応して記録や書き換えによる多値記録を行うことができる。

【0012】多層化する各記録膜は、材質として再結晶化時間が異なるものであればよいので周知の記録膜から種々選択できる。互いに構成元素が異なることで組成が異なってもよいが、成膜工程の上からは同一元素系で原子の組成比が異なる記録膜で構成するのが好ましく、スパッタ成膜法、CVD成膜法、真空蒸着法等で容易に原子比を制御できることから安価な記録部材が得られる。

【0013】このような記録膜として例えば、すべてGe-Sb-Te系記録膜を用いた場合には、Sbの含有量を記録膜ごとに变化させることにより再結晶化時間を容易に変えることができる。Sbの含有量の制御は、スパッタ条件を変化させるだけで容易であることから、同一のスパッタ装置内でそれぞれの記録膜を形成することができる。このように記録膜を構成している元素は実質的に同じで、組成比だけが異なる方が好ましい（含有量10at%以下の元素については異なってもよい）。

【0014】また、エネルギービームの入射側に近い記録膜の光透過率が低い場合には、ビーム進行方向の奥側の記録膜まで光が届かない可能性があるため、入射側に近い記録膜の光透過率を高くする必要がある。奥側の記録膜の光透過率は低くても良い。これを実現する記録膜としては、例えば、GeTe記録膜にGeSeを添加した $(\text{GeTe})_{1-x}(\text{GeSe})_x$ （ $0 \leq x \leq 0.4$ ）で表せる組成のもの、およびこの組成の少なくとも2元素の含有量が±10%以内変化したもの、および上記組成に他の元素が全原子数の10%以下加わったものなどがある（Se量が多い方が光透過率は高い）。

5

【0015】また、各記録膜の融点が互いに近いものであれば、記録時のパワーレベルの設定が容易であることから、必要最小限の一定のパワーレベルで多層記録膜全体を融解できるので好ましい。Ag-In-Sb-Te系記録膜の膜組成を変化させた場合においても同様の効果が得られている。

【0016】このような多層記録膜は、光学的に透明な基板上に、直接、もしくは保護層を介して記録膜と誘電体層とを交互に積層して形成される。保護膜は、無機物および有機物のうち少なくとも一者からなり、上記の誘電体層と同一物で構成することができる。

【0017】記録膜間に介在させる誘電体層は、各記録膜間を隔絶するものであり、書き換えを頻繁に繰り返しても記録膜同士の溶融結合による組成変化や膜変形および最適記録パワーの上昇による記録感度低下などの影響が少なく、常に安定した記録特性が維持できるので好ましいものである。この種の誘電体層としては、例えばSiO<sub>2</sub>単独層、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合層等が挙げられる。

【0018】また、誘電体層の膜厚については、薄すぎると記録膜同士の溶融結合による組成変化や膜変形に対する効果が不十分であり、厚すぎると記録感度低下などの影響が無視できないことから、通常10~200nm程度であるが、実用的に好ましくは20~100nmである。記録膜間に介挿して多層化する際の各誘電体層の膜厚は同じでなくても良い。

【0019】また、エネルギービームの入射側に最も近い記録膜よりもさらにエネルギービーム入射側、つまり基板と最初の記録膜との間に反射光の制御膜として例えば、Au-Ag系合金層のごとき透光性の薄い金属層を設けると、記録情報を読み出す際にトータルの反射率を高くすることができ、トラッキングの安定性や信号電圧を大きく取ることができ好ましい。

【0020】また、少なくともエネルギービームの入射側に一番近い記録膜は、記録しても反射率はほとんど変化せず、反射率の位相が変化する位相差型の記録膜とする方が好ましい。こうすることにより、記録時の反射率及び透過率が変化しないので、確実に記録が行える。

【0021】また、記録膜中に不純物として含まれるアルカリ金属元素は1at%以下であることが望ましい。これにより、記録マークが結晶化して消えることが起こりにくい。これは、本発明の多層・多値記録用光ディスクに限らず、一般の相変化光ディスクにとって重要である。

【0022】さらに、保護層あるいは反射層中に含まれるAr含有量が5at%以下であることが望ましい。これにより、多数回記録書き換えによってボイド（気泡）が記録膜中に発生することが起こりにくくなる。これは、本発明の多層・多値記録用光ディスク（本発明の代表的な記録用部材は、光ディスクである）に限らず、一

6

般の相変化光ディスクにとっても重要である。Arは、スパッタリングによる成膜工程の雰囲気から成膜中に取り込まれるので、例えばプラズマ生成雰囲気中に供給するArガス量を調整するなどの方法によりAr含有量を制御すればよい。

【0023】上記第2の目的は、上記の記録用部材を用いて、記録すべき情報に基づくエネルギービームを上記多層記録膜に照射して多値記録を行う記録方法であって、エネルギービームによる記録波形のパワーレベルをいずれの記録膜をも融解し得る所定のレベルに設定すると共に、融解後の冷却速度を記録符号に対応させて選択することにより、各記録膜の固有の再結晶化時間と選択された冷却速度に基づく冷却時間との組み合わせにより、冷却後の記録膜の状態変化を記録情報とする記録方法によって、達成される。

【0024】そして、記録や書き換えに用いる記録波形の中で少なくとも1つの記録符号に対応する記録波形は、記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ立ち下げる（以後、立ち下げパルスと呼ぶ）記録波形を用いることにより、同一場所での反射率を多段階的に変化させ、多値記録を行うことができるものである。

【0025】この場合、記録波形は、少なくとも記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ立ち下げた時のパワーレベルを、記録すべき情報信号に対応して記録パルス毎に変化させたり、記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ立ち下げた時に、記録すべき情報信号に対応してその低いパワーレベルに維持する時間（以後、立ち下げ幅という）を記録パルス毎に変化させたりして、確実に多値記録を行う。

【0026】また、用いる記録部材の記録膜の中で少なくとも1層の記録膜の記録時における融解後の再結晶化時間を、記録時の融点から結晶化温度まで下がるまでの時間（以後、冷却時間と呼ぶ）よりも短くすることにより、それぞれの記録膜の融解後の再結晶化時間と記録時の記録パルスに対応する冷却時間との組合せより、トータルの反射率を変化させることができる。

【0027】例えば、レーザービームのようなエネルギービームの入射側から順次融解後の再結晶化時間が長い記録膜を誘電体層を挟んで積層し、この記録用部材に記録パルスの記録パルス幅あるいは立ち下げ幅のどちらか、または両方を変化させて冷却時間を変えることにより、エネルギービームの入射側からの記録膜の結晶化する層の数を変えればよい。

【0028】この時、記録パワーレベルを一定にし、記録波形の記録パルス幅と立ち下げ幅の和を一定にすれば、簡単な記録波形で確実な各層への記録が行え好ましいが、記録パルス幅を一定にして立ち下げ幅などを変化させても同様な効果がある。

7

【0029】また、特に立ち下げ幅が狭い時には、記録膜の温度が下がり過ぎずに再結晶化し易い温度に長く保たれるようにするため、立ち下げパルスの後に一旦消去パワーパワーレベルよりも高いパワーレベルに一定時間保ったり、あるいは立ち下げパルスの後に消去パワーレベルに一定時間保った後、消去パワーパワーレベルよりも高いパワーレベルに一定時間保ったりしてもよい。また、再結晶化した後の記録マークは完全な結晶質状態である必要はなく、例えば、記録マークの中央部が非晶質状態であっても反射率差が生じさえすれば問題はない。

【0030】本発明で用いる記録方法としては、連続サーボ方式およびサンプルサーボ方式のどちらの方法でも可能だが、既存の情報の影響を受けずに新しい情報を確実に記録するには、同じ場所にレーザを照射するサンプルサーボ方式の方が望ましい。

【0031】また、上記第3の目的は、上記の冷却速度によって冷却後の状態が異なる記録膜を多層化した記録用部材と、この記録用部材を回転あるいは移動させる手段と、レーザ光源と、レーザ光源からのレーザ光を記録用部材上に集光する手段と、記録すべき信号を変調符号に変換する信号変調手段と、入ってきた変調符号と記録パルス直後のパワー変化が異なる複数の記録波形に対応する記録符号との変換テーブルを予め記憶している記憶手段と、その記憶手段の出力に応じて記録符号に対応した記録波形を発生させる記録波形生成手段と、記録波形によってレーザ光源を駆動するレーザ駆動手段と、記録用部材から反射されたレーザ光を電気信号に変換する手段と、電気信号を多値波形に整形する多値化手段と、多値波形を2値波形に変換する多値-2値変換手段と、2値信号を復号して情報の信号とする手段とを有する記録装置によって実現できる。

【0032】さらに、上記記録波形生成手段として、少なくとも1つの記録波形は記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げるものとし、上記多値化手段は同一場所で反射率が多段階的に変化することにより強度が変動する再生電気信号を階段状多値波形に変換するものであり、さらに、多値波形を2値波形に変換する上記多値-2値変換手段を少なくとも有している。

【0033】この時必要に応じて、記録波形生成手段が、少なくとも記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げた時のパワーレベルを、記録すべき情報信号に対応して変化させたり、また少なくとも記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げた時に、記録すべき情報信号に対応してその低いパワーレベルに維持する時間を変化させたりしている。

【0034】ディスクの直径を3.5インチ以下とすると装置やディスクが持ち運び容易となり、面積が小さくなって記憶容量が低下する分は、ディスクの基板厚さを

8

0.3~0.5mmの超薄型ディスクとすることにより、集光レンズの開口数(NA)を大きくできるので記録単位面積を小さくでき大容量の情報が記録できる。このような小型、超薄型ディスクとすることは、本発明の多層・多値記録用光ディスクに限らず、一般の相変化光ディスクにとって重要である。

【0035】

【作用】本発明の再結晶化時間の異なる記録膜を多層化した記録用部材は、従来の融点の異なる記録膜を多層化したものと原理的に異なる。すなわち、隣接する記録膜間に再結晶化時間の差をもたせた記録膜の多層化構造とすることによって、各層ともに、ほぼ同一形状の記録マークを形成することができるため、情報の読み出しが容易となる。

【0036】すなわち、本発明では、記録時あるいは書き換え時に、昇温後の冷却速度が多種類となるように記録すべき情報信号に対応させて記録波形を任意に選ぶ。また、用いる記録膜の融解後の再結晶化時間を層ごとに変化させ、例えばレーザビームの入射側から奥側に向かって再結晶化時間が長くなるように記録膜を形成していることにより、同一場所に多値の記録を行う。

【0037】これにより、記録膜全体が融点以上の温度になるような記録パワーで記録を行うと、その後の冷却時間よりも記録膜の融解後の再結晶化時間が短い記録膜はその間に再結晶化が起こる。例えば、記録膜が3層で互いに組成が異なり、レーザビームの入射側に近い記録膜からそれぞれの再結晶化時間が50ns、100ns、200nsで、記録パルスを照射した場合の冷却時間が150nsの場合には、レーザビームの入射側から2層目までの記録膜の記録パルスで融解した部分は、冷却中に再結晶化して結晶状態になる(この時、3層目は冷却時間の方が再結晶化時間よりも短いため非晶質状態の部分が残る)。

【0038】ここで、冷却時間は記録波形を変化させることにより変化する。特に、記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げる記録波形を用い、この記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げた時のパワーレベルを、記録すべき情報信号に対応して変化させたり、記録パルス直後に消去パワーレベルよりも低いパワーレベルへ下げた時に、記録すべき情報信号に対応してその低いパワーレベルに維持する時間を変化させたりすると効果が大きい。

【0039】このようにして各層の記録膜の再結晶化時間と記録時の記録パルスに対応する冷却時間との組合せより、非晶質化した層数に対応した複数種の反射率を得ることができ、多値記録が実現する。

【0040】本発明で用いる記録用部材において、それぞれの記録膜と記録膜との間の誘電体層の膜厚を10~200nmとすること(特に、20~100nmが好ましい)により、記録時の記録膜同士の溶融混合による組

成変化や膜変形および記録感度低下などの影響が少なくなる。

【0041】また、各層に用いる記録膜は実質的に同一の構成元素を用い（含有量10at%以下の元素については異なってもよい）、その各元素の組成比の違いにより再結晶化時間を変化させると同一のスパッタ装置内でそれぞれの記録膜を形成することができる。例えば書き換え特性の良好なGe-Sb-Te系を用いた場合には、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>組成のターゲットとSbのターゲットの2種類のターゲットを同一スパッタ室内に配置し、Sbターゲットのスパッタパワーを変化させれば、各記録膜中のSb量を変えられる（Sb量が多く含まれるほど記録膜の再結晶化時間は遅くなっていく）。このように多層記録膜を構成する元素が同一の場合は、同一のスパッタ室内で各記録膜の成膜工程が行なえるので工程を単純化できるという効果がある。

【0042】また、各記録膜の融点を互いに近いものとすれば、記録時のパワーレベルの設定が容易であることから、必要最小限の一定のパワーレベルで多層記録膜全体を融解でき、記録波形を単純なものとするのが好ましい（同一温度であればさらに好ましい）。

【0043】また、エネルギービームの入射側に近い記録膜の光透過率が低い場合には、奥側の記録膜まで光が届かない可能性があるため、入射側に近い記録膜の光透過率を高くし、奥側の記録膜の吸収率を段階的に高くする。これを実現する記録膜としては、例えば、GeTeとGeSeとを所定の比率で混合したGe-Te-Se系記録膜を用いる。この系ではSe量が多い程、光透過率が高くなるため、エネルギービームの入射側の記録膜ほどGeSeの比率を高くすれば良い。これにより、入射側に近い記録膜では光をあまり吸収しないで透過し、一番奥側の記録膜で光を多く吸収し、その熱で手前側の記録膜が非晶質化する。

【0044】また、少なくともエネルギービームの入射側に一番近い記録膜を位相差型とすることにより、記録時の反射率及び透過率が変化しないので、確実に記録が行える。

【0045】また、アルカリ金属元素は、記録膜の結晶化を促進する可能性がある。もし、記録マーク中にアルカリ金属元素が存在すると、時間が経つうちに記録マークが結晶化し情報が消えて問題となる。従って、用いる記録膜中に含まれるアルカリ金属元素は1at%以下であることが望ましい。

【0046】さらに、保護層中に含まれるAr原子が、多数回の記録書き換えによって記録膜中にしみだし、ボイドが形成されるのを防ぐために、保護層中に含まれるAr含有量が5at%以下であることが望ましい。同様な理由で反射層中に含まれるAr含有量も5at%以下であればさらに好ましい。

【0047】本発明で用いる記録方法としては、同じ場

所にレーザ光を照射するサンプルサーボ方式の方が望ましい。すなわち、書き換える度にレーザ光の照射領域がランダムにシフトする連続サーボ方式では、場合によっては書き換える前の情報の影響を受けて再生信号波形のジッターが上昇する可能性があるが、同じ場所にレーザ光照射を行うサンプルサーボ方式では、確実に情報の書き換えが行える。

【0048】本発明は、結晶-非晶質間の変化によって情報の記録を行う記録膜を用いる場合について主として述べているが、冷却速度によって冷却後の状態が異なる他の記録膜、あるいは、相変化記録膜とこれらとの層毎の、あるいは同一層内での組み合わせを用いた記録用部材（ディスク）としても良い。

【0049】冷却速度によって冷却後の状態が異なる他の記録膜としては、サーモクロミック材料、フォトクロミック材料などがある。光磁気記録膜でも、組成や基板表面平坦度のために磁壁が移動し易いものであれば使用可能である。相変化記録膜以外では、層間の誘電体層を省略することもできる。また、本発明はディスク状のみならず、カード状などの他の形態の記録用部材にも適用可能である。

【0050】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面にしたがって詳細に説明する。

〈実施例1〉

（1）記録用部材の構成例

図1は、記録用部材の代表例となる光ディスクの断面構造図を示したものである。この例では、記録膜を3層にしたディスクの場合について説明する。以下、ディスクの構成を製造工程と共に説明する。

【0051】まず、直径3.5インチ、厚さ0.6mmのサンプルサーボ用ポリカーボネイト基板1上に、マグネトロンスパッタ法によって、Au-Ag系合金層2を厚さ約10nmに形成した。この合金層2は、反射光を制御する金属層となるものである。次に、保護膜3として厚さ約125nmのZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層を形成した。

【0052】次にZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層3上にGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>をターゲットとしてスパッタ法によりGe<sub>22</sub>Sb<sub>22</sub>Te<sub>56</sub>組成の記録膜4（以後、記録膜Aと呼ぶ）を約15nmの厚さに形成した。この上にZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層5を約30nmの膜厚に形成した。更に、この上にGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>ターゲットとSbターゲットの同時スパッタ法によりGe<sub>21</sub>Sb<sub>26</sub>Te<sub>53</sub>組成の記録膜6（以後、記録膜Bと呼ぶ）を約15nmの厚さに形成した。

【0053】更に、この上にZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層7を約30nmの膜厚に形成した。そして、ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層7上にGe<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>ターゲットとSbターゲットの同時スパッタ法によりGe<sub>20</sub>Sb<sub>29</sub>Te<sub>51</sub>

11

組成の記録膜8（以後、記録膜Cと呼ぶ）を約15nmの厚さに形成した。

【0054】更に、この上に保護膜としてZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層9を約100nmの膜厚に形成した後、Al合金反射層10を約50nm形成した。これらの成膜工程は同一のスパッタリング装置内で順次行った。

【0055】その後、この反射層10上に紫外線硬化樹脂層11を塗布した後、ホットメルト接着剤12で基板と同材質のポリカーボネイト製保護板13との密着張り合わせを行った。なお、この記録用部材は片面記録の構造例を説明しているが、両面記録構造とすることもでき、その場合は保護板13を形成せずに、その前の段階で得られた2枚の部材を、互いに成膜構造が対称となるように接着剤12で張り合わせるによって容易に製造できる。

【0056】表1は、各層の記録膜の融解後の再結晶化時間を示したものである。

【0057】

【表1】

表1

記録膜の種類	再結晶化時間
記録膜A	60 ns
記録膜B	100 ns
記録膜C	150 ns

【0058】(2) 記録方法の例

\*30

表3

記録波形	記録膜A	記録膜B	記録膜C
I	●	●	●
II	○	●	●
III	○	○	●
(消去時)	○	○	○

○ 結晶化状態

● 非晶質化状態

【0062】すなわち、表3に示したように記録波形Iで記録を行った場合の冷却時間は、50ns（表2参照）であり、記録膜A、記録膜B、記録膜Cのいずれの

※再結晶化時間よりも短いため急冷されて、3層とも照射部分が非晶質状態（●印）となる。記録波形II（冷却時間80ns、表2参照）で記録を行った場合には、記録

12

\*このようにして製造したディスクに、図2に示したような3種類の記録波形でビットポジション記録方式で記録を行った（書き換え時も同様な波形）。すなわち、記録すべき情報信号に応じてこれら3種類の記録波形を組み合わせたパルス列となる。このような複数の記録波形を用いることによって、冷却速度の違いによる冷却後の状態を種々変えることができる。

【0059】ここで、各記録波形は、記録パワーレベルから一旦消去パワーレベルよりも低いパワーレベルまで立ち下げている。その立ち下げたパワーレベルの値を3種類の記録波形毎に変化させ、記録時の冷却時間を制御している。表2は、各記録波形（I、II、III）の冷却時間を示したものである。この冷却時間と各層の記録膜の再結晶化時間との組合せにより、多値記録が可能となる。

【0060】

【表2】

表2

記録波形	冷却時間
I	50 ns
II	80 ns
III	120 ns

【0061】

【表3】



## 13

膜Aのみが冷却中に再結晶化し(○印、結晶化状態)、その他の2層は非晶質状態となる。

【0063】更に記録波形III(冷却時間120ns、表2参照)で記録を行った場合には、記録膜Aと記録膜Bが結晶状態となり、記録膜Cのみが非晶質状態となる。そして、一度も記録を行っていない状態、あるいは消去レベルでのレーザ光照射を行った消去後では3層とも結晶化状態(○印、表3参照)である。この4種類の反射率で、従来の記録膜が1層の場合に比べて、2倍の情報を得ることができた。

【0064】なお、表2の記録波形の具体例を示すと以下の通りである。レーザビーム照射による記録のパワーレベルは1.4mW、消去レベルは7mW、再生レベルは1mW、記録パルスの幅および立ち下げパルスの幅はいずれも45nsであり、立ち下げパルスのパワーレベルは、記録波形Iの場合1mW、IIの場合3mW、IIIの場合5mWと段階的に変化させた。これにより、同一場所について1万回の書き換え記録を行っても各記録膜ともほぼ同一形状の記録マークを形成することができた。このように、多層記録膜の少なくとも1層の記録膜の融解後の再結晶化時間が記録時の融点から結晶化温度まで下がるまでの冷却時間よりも短い記録膜で構成すればよい。

【0065】図3は、他の記録波形の例を示したものである。ここでは、記録パワーレベル及び、立ち下げパルスのパワーレベルを一定とし、立ち下げパルスの幅を変化させた例を示している。この時、この図のように記録パルス幅を一定にして立ち下げパルス幅のみ変化させてもよいが、記録パルス幅と立ち下げパルス幅との和を一定にしてもよい。記録パルス幅を一定にした方が確実に記録が行える点では好ましい。

【0066】また、記録波形IIIのように立ち下げパルス幅が狭いときに、記録膜の温度が下がり過ぎないようにしてさらに再結晶化を確実にするため、立ち下げパルスの後に消去パワーレベルに一定時間保った後、消去パワーレベルよりも高いパワーレベルに一定時間保ったり、図4(a)に示したように、立ち下げパルスの後に一旦消去パワーレベルよりも高いパワーレベルに一定時間保ったり、あるいは図4(b)に示したように、立ち下げパルス無しで消去パワーレベルよりも高いパワーレベルに一定時間保ったりすればよい。ここでの消去パワーレベルよりも高いパワーレベルは必ずしも記録パワーレベルと同じである必要はない。

【0067】また、本実施例で用いた各記録膜のように融点の差が40℃以内であれば記録時のパワーレベルの設定が容易であることから、必要最小限の一定のパワーレベルで多層記録膜全体を融解できるので好ましい。

【0068】このように、記録パルス幅や立ち下げパルス幅及び各パワーレベルなど(エネルギー量)を制御し、記録パルス毎に冷却時間を変えられる記録波形であ

## 14

れば、他の形状でも同様な効果が得られる。

【0069】本発明では、場合によっては再結晶化後の記録マークは完全な結晶状態である必要はなく、例えば、記録マークの中央部が僅かに非晶質状態に近い状態となっても差し支えない。

【0070】(3)誘電体層の膜厚と記録特性について次に、それぞれの記録膜と記録膜との間の誘電体層の膜厚の異なる種々のディスクを作製し、それぞれのディスクの記録感度および書き換えによるノイズ変化を調べた。その結果、記録膜と記録膜との間の誘電体層の膜厚が10nmよりも薄いディスクは、書き換え1万回後で、5dB以上のノイズ上昇が見受けられた。20nm以上であればノイズ上昇はほとんどなかった。

【0071】また、それぞれの記録膜と記録膜との間の誘電体層の膜厚が200nm以上のディスクは記録パワーを20mWと大きくしても光入射側から遠い記録層に形成される記録マークが小さく、変調度 $\left[ = \left( \text{結晶状態の反射率} - \text{非晶質状態の反射率} \right) / \left( \text{結晶状態の反射率} \right) \right]$ が小さかった。誘電体層の膜厚を100nm以下とすることにより最適記録パワーは15mW以下となり記録感度は向上した。

【0072】以上のように、記録膜と記録膜との間の誘電体層の膜厚を、10nm~200nmとすることにより、記録時の記録膜同志の溶融混合による組成変化や膜変形および最適記録パワーの低下による記録感度低下などの影響が少なく好ましい。特に誘電体層の膜厚は20nm~100nmが好ましい。各誘電体層の膜厚は上記の範囲内にあれば、相互に同じでなくても良いことが確認された。

【0073】(4)記録膜の構成について本実施例のように、記録膜を構成している元素は実質的に同じにして(含有量10at%以下の元素については異なってもよい)、少なくとも記録膜中の各元素の組成比を変化させることにより再結晶化時間を変えた方が、同一のスパッタ装置内でそれぞれの記録膜を形成することができるので好ましい。

【0074】また、本実施例では、Ge-Sb-Te系記録膜のSbの含有量を変化させることにより結晶化時間を変えたが、Ge-Sb-Te系記録膜以外の相変化記録膜でも使用可能なものがある。特に、記録層数が多いとエネルギービームの入射側に近い記録膜の透過率が低い場合には、奥側の記録膜まで光が届かない可能性があるため、各記録膜の光透過率を高くするか、入射側の記録膜の光透過率を高くする。奥側の記録膜の光透過率は低くても良い。

【0075】これを実現する記録膜として、組成が $(\text{GeTe})_{1-x}(\text{GeSe})_x$  ( $0 \leq x \leq 0.4$ )の記録膜が有効であった。この時、Se量が多い方が光透過率が高いので、各記録層をSeを20原子%以上を含む組成にするか、光入射側の記録膜ほどSe含有量を多くし



た。

【0076】以上の結果、記録膜の各層の再結晶化時間を変化させるために記録膜の組成比が異なるだけで構成元素が同一の場合には、同スパッタリング室が使用できることから成膜工程が単純となり、元素の異なる記録膜を用いて層数に対応した数だけスパッタリング室を用いる必要はなく、安価に記録用部材を作製することができた。

【0077】また、少なくともエネルギービームの入射側に一番近い記録膜は位相差型とした方が個々の層の反射率及び透過率が情報信号によって変化しないので、複数層に確実に記録が行えるので好ましい。

【0078】また、用いる記録膜中に含まれるアルカリ金属元素を1at%以下とすることにより、記録マークが結晶化して消えることが起こりにくくなった。更に、保護層、あるいは反射層中に含まれるAr含有量を5at%以下とすることにより、Arによる記録膜酸化などが抑制され、信頼性の高いディスクが可能となった。

【0079】〈実施例2〉図5は、本発明の記録装置の一実施例を示したブロック構成図であり、具体的には記録再生装置における記録再生系の構成図の一例を示したものである。以下、この図にしたがって装置構成および動作について順次説明する。

【0080】まず、記録時は、記録すべき原信号（情報）を変調器14に入力して、使用する変調符号に変換する。そして、この変調符号と、表4に示したような、\*

表4

変調符号	記録符号	記録波形
00	0	(消去レベル)
01	1	III
10	2	II
11	3	I

【0084】なお、ディスク20としては、記録膜を3層積層した実施例1で得られた記録用部材を用いた。記録再生の性能を検証するため、この記録装置を用いて書き換え操作を連続的に1万回繰り返したが、各記録膜に記録されたマークの形状に変形はみられず、同一形状で記録されており、高信頼の忠実な記録再生特性が計測された。

【0085】本実施例では、サンプルサーボ方式の例を示したが、連続サーボ方式でも同様な効果が得られた。

【0086】記録装置の小型化のためにディスクの直径を3.5インチ以下とし、ディスクの基板厚さを0.3～0.5mmの範囲とすると、ディスクのサイズが小さいので記録面積は小さくなるがレンズの開口数を大きく※50

\*記録パルス直後のパワー変化が異なる複数の記録波形

(I、II、III)に対応した記録符号との変換テーブル15により、目的の記録符号に対応した記録波形で記録を行う。ここで、記録符号の「0」は消去パワーレベルのレーザ光照射を意味している。

【0081】すなわち、変換テーブル15により記録符号に対応した記録波形を記録波形生成器16により生成し、種々のパワーの記録パルス信号として出力される。そしてこの記録パルス信号に従ってレーザ駆動器17が半導体レーザ18の駆動電流を変調して、光学ヘッド19を通して、回転しているディスク20上にレーザ光を集光して照射し、記録マークを形成する。

【0082】再生時は、ディスク20の目的のアドレスから反射されたレーザ光が受光器21に取り込まれ電気信号に変換される。そしてこの電気信号は再生信号増幅器22を通して波形等化器23に入力される。波形等化器23を出た信号は、多値波形に整形する整形器24に入力した後、多値-2値変換器25により多値波形を2値波形に変換する。ここでの多値化手段は、同一場所で反射率が多段的に変化することにより強度が変動する再生電気信号を階段状多値波形に変換するものである。最終的には、2値信号を弁別器26、復号器27によりデータビット列（情報）となる。

【0083】

【表4】

※できるので大容量超薄型ディスクが得られた。

【0087】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明により所期の目的を達成することができた。すなわち、冷却速度によって冷却後の状態の異なる記録膜を多層化した記録用部材を用い、冷却条件の異なる記録波形との組合せによる記録方法により、同一場所での反射率が多段階に得られるため多値記録が可能となった。そして、各記録層共にほぼ同一形状の記録マークを形成することができたため、記録情報の読み出しが確実となり、高信頼の多値記録が実現可能となった。

【0088】また、本発明の記録装置は、上記記録用部材を用いた記録方法を確実に実現可能とするものであ

17

り、信頼性の高い繰り返し書き換えの実用化を一層促進するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例となる多層記録膜構造を有する記録用部材の断面図。

【図2】本実施例に用いた記録波形の模式図。

【図3】同じく本実施例に用いた他の記録波形の模式図。

【図4】同じく本実施例に用いた他の記録波形の模式図。

【図5】本発明の記録装置の一実施例となるブロック構成図。

【符号の説明】

- 1…ポリカーボネート基板、
- 2…Au-Ag系合金層、
- 3…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、
- 4…記録膜A (Ge<sub>22</sub>Sb<sub>22</sub>Te<sub>56</sub>組成)、
- 5…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、
- 6…記録膜B (Ge<sub>21</sub>Sb<sub>26</sub>Te<sub>53</sub>組成)、
- 7…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、

18

8…記録膜C (Ge<sub>20</sub>Sb<sub>29</sub>Te<sub>51</sub>組成)、

9…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、

10…Al合金反射層、

11…紫外線硬化樹脂保護層、

12…ホットメルト接着層、

13…保護板、

14…変調器、

15…変換テーブル、

16…記録波形生成器、

10 17…レーザ駆動器、

18…半導体レーザ、

19…光学ヘッド、

20…ディスク、

21…受光器、

22…再生信号増幅器、

23…波形等化器、

24…整形器、

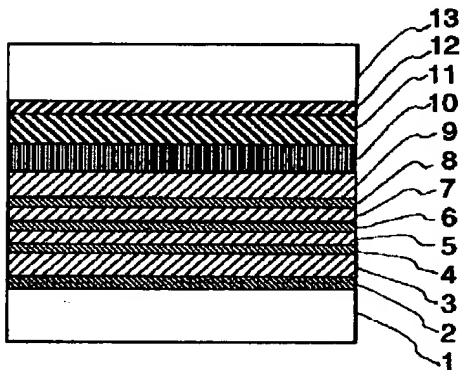
25…多値-2値変換器、

26…弁別器、

20 27…復号器。

【図1】

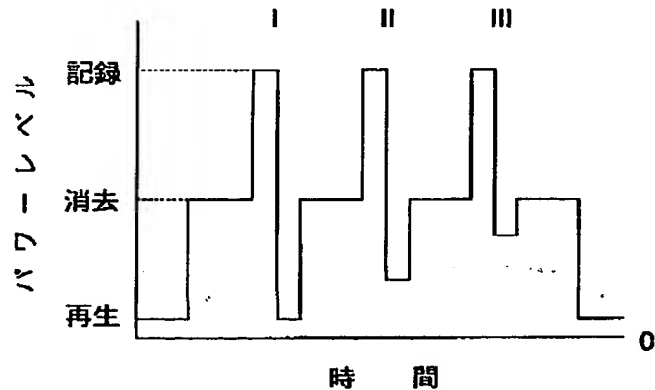
図1



- 1…ポリカーボネート基板、
- 2…Au-Ag系合金層、
- 3…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、
- 4…記録膜A (Ge<sub>22</sub>Sb<sub>22</sub>Te<sub>56</sub>組成)、
- 5…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、
- 6…記録膜B (Ge<sub>21</sub>Sb<sub>26</sub>Te<sub>53</sub>組成)、
- 7…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、
- 8…記録膜C (Ge<sub>20</sub>Sb<sub>29</sub>Te<sub>51</sub>組成)、
- 9…ZnS-SiO<sub>2</sub>誘電体層、
- 10…Al合金反射層、
- 11…紫外線硬化樹脂保護層、
- 12…ホットメルト接着層、
- 13…保護板

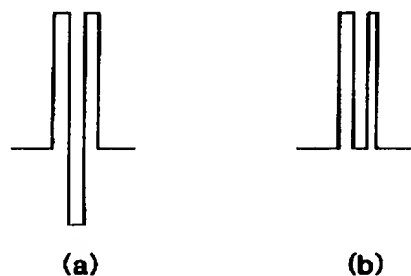
【図2】

図2



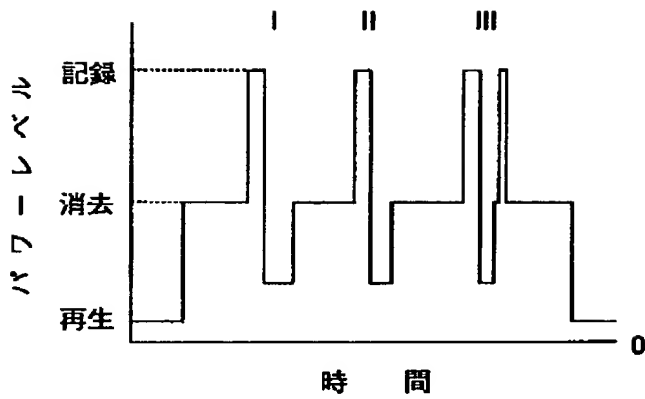
【図4】

図4



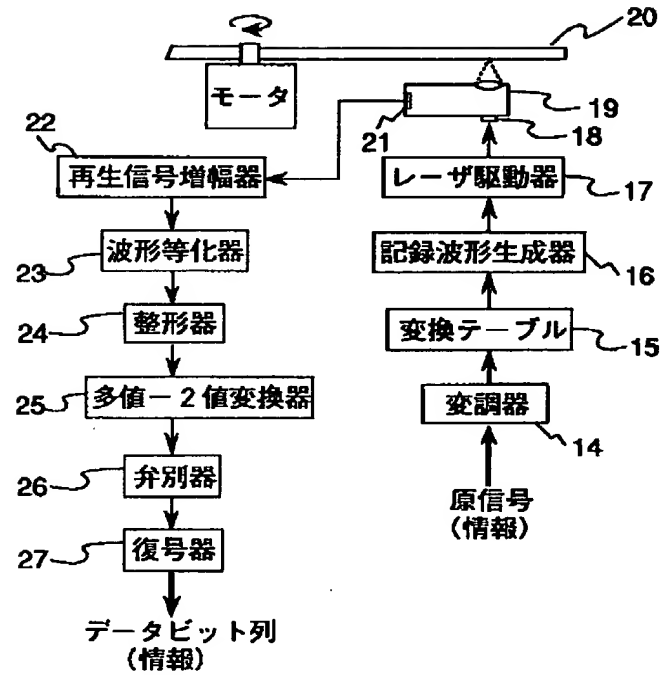
【図3】

図3



【図5】

図5



フロントページの続き

(72)発明者 西田 哲也  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 ▲廣▼常 朱美  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内